

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

УДК 621.793.001.57:621.777.42

Харченко В.В., Мрочек Ж.А.

АДГЕЗИЯ КАК ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ, ОБУСЛОВЛЕННОЕ СВОЙСТВАМИ МАТЕРИАЛОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

С точки зрения существующих представлений об образовании молекулы за счет взаимодействия валентных электронов изменение сцепления поверхностей разнородных тел не представляется возможным. Это обусловлено тем, что согласно этим представлениям атомам разнородных молекул достаточно сблизиться на расстояния, обеспечивающие их притяжение, и адгезия между ними будет создана. Однако такие представления не отвечают результатам экспериментальных исследований. Например, сближение атомов кристаллических решеток на расстояния, меньшие параметра кристаллической решетки, не приводят к соединению атомов разнородных или даже однородных зерен, в частности, металлов. Такое несоответствие, как впрочем, и иные противоречия, возникающие при попытке использования указанной модели молекулы для объяснения физических явлений, привели к иной ее форме представления, иным принципам образования и существования [1], которые отвечают экспериментальным данным и позволяют дать объяснения, в том числе и рассматриваемому явлению.

Общепринято полагать, что, так как масса электрона мала по сравнению с массой ядра, то движением последнего в процессе столкновения атома с электроном можно пренебречь [2]. Однако пренебрегать зарядами взаимодействующих частиц нельзя, а, следовательно, нельзя пренебрегать при таких столкновениях и энергией, характеризующей кинетическую энергию ядра. С учетом представлений об энергии атома в невозбужденном состоянии, как энергии, которая определяется движением электронов и взаимным расположением взаимодействующих частиц атома (электроны, ядро), соотношение, определяющее значение энергии атома при его столкновениях с другим атомом или с иными заряженными частицами, можно записать в виде

$$W_a = W_{e\text{ kin}} + W_{n\text{ kin}} + |W_{\text{pot}}|, \quad (1)$$

где $W_{e\text{ kin}}$ – суммарная кинетическая энергия электронов; $W_{n\text{ kin}}$ – кинетическая энергия ядра для возмущенных состояний атома; W_{pot} – суммарная потенциальная энергия взаимодействия между всеми частицами, входящими в атом.

Поскольку внутренняя энергия атома в невозбужденном состоянии определяется соотношением

$$W_a = W_{e\text{ kin}} + |W_{\text{pot}}|, \quad (2)$$

следовательно, можно утверждать, что в возбужденном состоянии, когда энергия атома характеризуется энергией, задаваемой соотношением (1), атом перестает быть нейтральной системой различных заряженных частиц, и напряженность электрического поля на границах также перестает равняться нулю. Именно это обстоятельство является одним из факторов, обу-

связывающих возможность соединения атомов в молекулу, модель которой представлена в [1]. Энергия атома в молекуле в этом случае продолжает определяться соотношением (1). Однако значения слагаемых энергии претерпевают изменения, и в отличие от слагаемых для одиночного атома в возбужденном состоянии они для молекулы становятся периодическими. Учитывая, что атомы в молекуле не являются нейтральными системами, их количество в ней должно быть вполне определенным, с тем, чтобы удовлетворялось условие нейтральности молекулы. Пространство молекулы, определяемое таким взаимодействием, задается несколькими зонами (рис. 1).

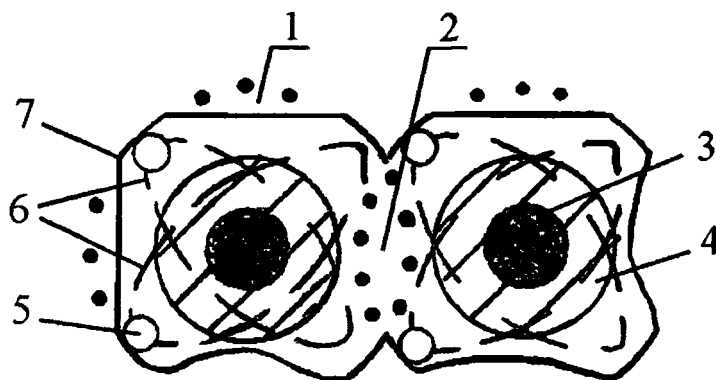


Рис. 1. Схема фрагмента молекулы:

1 и 2 – закрытая и запрещенная область для попадания электронов;
 3 – ядро; 4 – область, в которой располагаются внутренние электроны атома; 5 – электрон;
 6 – вероятные траектории движения внешних электронов; 7 – условный контур границ атомов

Во-первых, это зона существования частиц, образующих молекулу, и полей взаимодействия между ними, образующих нейтральную область. Во-вторых, в пространстве этой зоны существует запрещенная зона для попадания электронов. В-третьих, в структуре молекулы в силу определенной ограниченности движения электронов в атоме, возникающей из-за наличия запрещенных зон, часть шарообразного пространства свободных атомов становится ограничено доступной – это закрытая область для попадания электронов. Отметим, что закрытая область, в отличие от запрещенной области, не входит в пространство, занимаемое атомом в молекуле, но, как и запрещенная зона, может менять свои размеры. Такое строение молекулы во многом определяет ее свойства, например, менять объем при изменении составляющих энергию молекулы.

Размеры запрещенной области в веществе задаются силами взаимодействия электрических полей движущихся по орбитам электронов одного контактирующего атома с ядром другого атома. При этом ускоренные движения электронов и ядер таких атомов осуществляются как с изменением направления движения, так и модуля скорости. Периодическое взаимодействие положительно и отрицательно заряженных частиц контактирующих атомов вызывает у них колебательные движения, частотой которых можно характеризовать размеры запрещенной для попадания электронов области. Кроме того, такие ускоренные движения электронов и ядер, взаимодействующих атомов, обуславливают возникновение электромагнитного излучения также как в вибраторе Герца и, следовательно, могут быть измерены. Очевидно, что такое излучение принадлежит к инфракрасной области спектра, поскольку, как и инфракрасное излучение, указанные колебательные движения возникают с возникновением молекулы. Экспериментальные же данные, подтверждающие наличие у невозмущенных одиночных атомов, из которых образуется молекула, какого-либо излучения, в том числе и инфракрасного, отсутствуют.

Наряду с инфракрасным излучением вещество одновременно может излучать и в другом диапазоне частот, например, в диапазоне частот видимого излучения. Ответственными за такое излучение являются отдельные атомы в молекуле. Находясь в возбужденном состоянии атомы в молекуле, представляют собой фактически самостоятельные колебательные системы, состоящие из колеблющегося ядра и электронов, которые, двигаясь вокруг колеблющегося яд-

ра. вынуждены реагировать на его колебания, но результат такого реагирования может наступать только при определенных энергиях взаимодействия. Он выражается в электромагнитном излучении, имеющем дискретный характер. Таким образом, в молекуле одновременно существуют две колебательные системы, образованные фактически одними и теми же частицами – ядрами и электронами атомов и отличающиеся тем, что в одном случае эти частицы принадлежат одному атому (внутриатомная колебательная система), а в другом – двум или большему числу контактирующих атомов (межатомная колебательная система).

Значит, *условием существования молекулы при тех или иных энергетических характеристиках ее атомов является не только нейтральность ее границ при определенном количественно конгломерате из них, но и возможность установления равенства между частотами их колебаний, т.е.*

$$\nu_1 = \nu_2 = \nu_3 = \dots = \nu_N, \quad (3)$$

где ν_i – частота колебаний i -го атома молекулы; $i = 1, 2, 3, \dots, N$; N – количество атомов в молекуле. Из этого следует, что соединения молекул (зерен) веществ осуществляются при их механических воздействиях друг на друга [3–5], приводящих к взаимодействию электронов атомов одного вещества с ядрами атомов другого вещества и наоборот и установлению в дальнейшем равенства частот колебаний их атомов в молекулах.

В зависимости от тех или иных энергетических условий реализации процесса, между соединяемыми молекулами создаются определенные связи, которые в последствии с изменением внешних энергетических условий также меняются, что приводит к различной адгезии материалов и возникновению напряжений в зоне образованной границы. Действительно, характеризуясь различной частотой инфракрасного излучения колебания атомов в соединенных молекулах, могут обуславливать как возможность затухания колебаний в межатомных связях между молекулами в силу определенной разности частот колебаний, так и установления одинаковых частот колебаний. Такие представления позволяют в первом приближении объяснить закономерности наличия промежуточных температур для плавления сплавов материалов между наибольшими и наименьшими температурами плавления компонентов сплава, механизм формообразования электромагнитных покрытий на поверхности изделия, ультразвуковую сварку разнородных материалов и другие электрофизические явления.

Учитывая, отсутствие как противоречий приводимых представлений с любыми известными экспериментальными результатами, так и отсутствие необходимости введения каких-либо дополнительных понятий вне представлений об атоме и молекуле, можно утверждать о создании одного из вариантов модели механизма образования адгезии. Модель позволяет не только объяснять процесс адгезии, но и управлять им при использовании знаний о частотах излучений веществами в инфракрасной области при различных температурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макушок, Е.М., Харченко, В.В. О моделях молекулы, их значении в развитии представлений об электропроводности и создании технологий снижения сопротивления материалов // Теория и практика машиностроения. 2003. №2. С. 17–20.
2. Мотт Н., Месси Г. Теория атомных столкновений. М.: Мир, 1969. 756 с.
3. Харченко В.В., Тюрин Л.Н., Макушок Е.М. и др. Некоторые закономерности процесса нанесения радиальным обжатием покрытия на прессуемый профиль // Весці АН Беларусі. Сер. Фіз.-тэхн. Навук. 1994. №2. С. 43–47.
4. Харченко В.В., Мрочек Ж.А. Получение пленочных покрытий прессованием // Машиностроение. – Мн. 2007. – Вып. 22. С. 34–37.
5. Семенов А.П. Трение и адгезионное взаимодействие тугоплавких материалов при высоких температурах. М.: Наука, 1972. 160 с.